

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-280123  
(P2001-280123A)

(43)公開日 平成13年10月10日 (2001. 10. 10)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マコ-ト\*(参考)

F 0 1 N 3/24

F 0 1 N 3/24

S 3 G 0 6 2

L 3 G 0 8 4

R 3 G 0 9 1

D 3 G 0 9 2

C 3 G 3 0 1

3/20

3/20

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-94654(P2000-94654)

(22)出願日 平成12年3月30日(2000. 3. 30)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 横井 太郎

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 新沢 元啓

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(74)代理人 100075513

弁理士 後藤 政喜 (外1名)

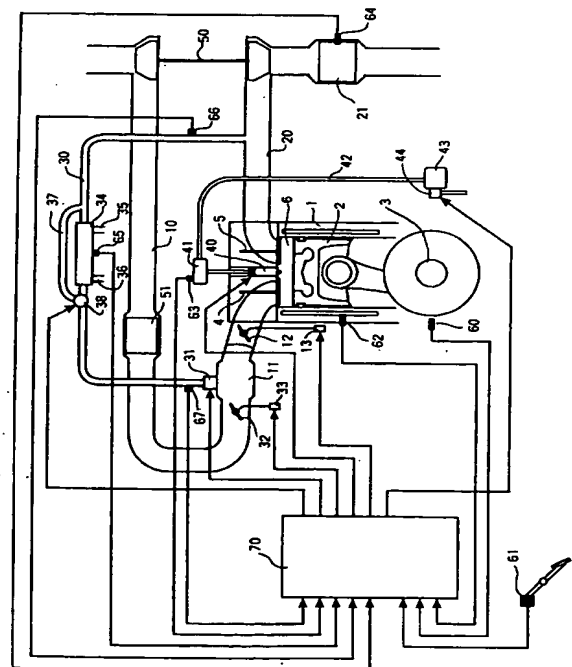
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関

(57)【要約】

【課題】 排気還流装置を備えた内燃機関においてNO<sub>x</sub>低減効果を高めるために還流排気ガスを冷却すると触媒の活性が妨げられ排気エミッションが悪化する。

【解決手段】 EGR通路30を介して吸気通路10へと流入する排気ガスの温度を調節するEGRクーラ34を備えた内燃機関において、触媒21の活性度合をその温度や排気成分から判定し、触媒活性度合が低いときはEGRクーラ34に設けたバイパス通路37を開いてEGRガスの冷却効率を低下させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】内燃機関の吸気通路と排気通路とを接続する排気還流通路と、  
機関が予め設定された排気還流運転領域にあるとき、前記排気還流通路を介して前記排気通路内の排気ガスの一部を前記吸気通路内へ還流させる排気還流制御手段と、  
前記排気還流通路を介して吸気通路へと流入する排気ガスの温度を調節する還流排気ガス温度調節手段と、  
前記排気通路に介装される排気ガス浄化用の触媒と、  
前記触媒の活性度合を検出する触媒活性度合検出手段と、  
検出した前記触媒の活性度合に応じて、触媒の活性度合が所定の活性度合より低いときは排気還流通路から吸気通路に流入する排気ガスの温度が上昇するように前記還流排気ガス温度調節手段により排気ガスの温度を制御する排気ガス温度制御手段と、を備える内燃機関。

【請求項2】内燃機関の吸気通路と排気通路とを接続する排気還流通路と、  
機関が予め設定された排気還流運転領域にあるとき、前記排気還流通路を介して前記排気通路内の排気ガスの一部を前記吸気通路内へ還流させる排気還流制御手段と、  
機関が予め前記排気還流運転領域内に設定された所定の運転領域にあるとき、噴射燃料の着火遅れ期間が長い所定の噴射時期に燃料噴射を行なわせ、機関の運転条件が前記所定の運転領域外にあるとき、噴射燃料の着火遅れ期間が短い所定の噴射時期に燃料噴射を行なわせる燃料噴射制御手段と、を備える圧縮着火式内燃機関において、  
前記排気還流通路を介して吸気通路へと流入する排気ガスの温度を調節する還流排気ガス温度調節手段と、  
前記排気通路に介装される排気ガス浄化用の触媒と、  
前記触媒の活性度合を検出する触媒活性度合検出手段と、  
前記検出した触媒の活性度合が所定の活性度合より低いときは排気ガスの温度が上昇するように前記還流排気ガス温度調節手段により排気ガスの温度を制御する還流排気ガス温度制御手段とを備え、  
前記燃料噴射制御手段を、機関が前記所定の運転領域にあり、かつ還流排気ガス温度制御手段による還流排気ガス温度上昇時に、噴射燃料の着火遅れ期間を長くする制御または燃料噴射期間を短くする制御の少なくとも一方を実行するように構成した内燃機関。

【請求項3】機関燃焼室内の吸気流動を制御する吸気流動制御弁と、前記還流排気ガス温度上昇時に吸気流動が増大する方向に前記吸気流動制御弁を制御する吸気流動制御手段とを備える請求項2に記載の内燃機関。

【請求項4】前記触媒活性度合検出手段は、触媒の温度に基づいて触媒の活性度合を検出する請求項1または請求項2に記載の内燃機関。

【請求項5】前記触媒活性度合検出手段は、触媒の温度

と劣化度合とに基づいて排気ガス浄化用触媒の活性度合を検出する請求項1または請求項2に記載の内燃機関。

【請求項6】前記触媒活性度合検出手段は、触媒下流の被浄化物質濃度を検出し、この被浄化物質濃度に基づいて触媒の活性度合を検出する請求項1または請求項2に記載の内燃機関。

【請求項7】前記還流排気ガス温度調節手段は、排気還流通路内を流通する排気ガスを冷却する還流排気ガス冷却手段と、この還流排気ガス冷却手段による排気ガスの冷却効率を調節する還流排気ガス冷却効率調節手段とを備える請求項1または請求項2の何れかに記載の内燃機関。

【請求項8】前記還流排気ガス冷却効率調節手段は、還流排気ガス冷却手段を迂回して還流排気ガスを流すバイパス通路と、このバイパス通路の開度を制御するバイパス制御弁を備える請求項7に記載の内燃機関。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、排気還流装置を備えた内燃機関の改良に関する。

## 【0002】

【従来の技術と解決すべき課題】内燃機関から排出されるNO<sub>x</sub>を低減するには燃焼温度を低下させることが有効であり、燃焼温度を低下させる手段としては排気ガスの一部を吸気通路に還流させる排気ガス還流制御（EGR制御）が一般的に用いられている。吸気通路に還流される排気ガスを冷却すると燃焼温度の低下効果が大きくなるので、特開平8-261072に記載された排気還流装置のように、還流排気ガスを機関冷却水を用いて冷却するようにしているものもある。

【0003】ところで、内燃機関から排出される排気ガス中には、NO<sub>x</sub>の他に未燃燃料成分（HC）が含まれており、これを浄化処理する手段としては排気通路に貴金属を担持した触媒を配置して処理するのが現在主流である。この触媒はある活性温度以上で浄化能力を発揮する特性があるため、触媒が常に活性温度以上に維持されるようにすることが重要となる。

【0004】しかしながら、NO<sub>x</sub>低減のために大量の排気ガスを還流させて燃焼温度を低下させるとその分触媒に流入する排気ガスの温度も低下することになるため、機関を始動してから触媒が活性温度に達するまでの時間が長くなったり、低負荷運転が長時間続いたとき触媒の温度が活性温度より低くなったりする可能性がある。特に還流排気ガスを冷却するようにしているものではその傾向が大きく、さらにもともの排気ガス温度が低い圧縮着火式機関ではこのような問題が顕著になり、触媒による排気浄化性能を悪化させるおそれがある。

【0005】本発明はこのような問題点に着目してなされたもので、触媒の活性度合に応じて還流排気ガスの温度を調節することにより排気エミッション性能を改善するこ

とを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、内燃機関の吸気通路と排気通路とを接続する排気還流通路と、機関が予め設定された排気還流運転領域にあるとき、前記排気還流通路を介して前記排気通路内の排気ガスの一部を前記吸気通路内へ還流させる排気還流制御手段と、前記排気還流通路を介して吸気通路へと流入する排気ガスの温度を調節する還流排気ガス温度調節手段と、前記排気通路に介装される排気ガス浄化用の触媒と、前記触媒の活性度合を検出する触媒活性度合検出手段と、検出した前記触媒の活性度合に応じて、触媒の活性度合が所定の活性度合より低いときは排気還流通路から吸気通路に流入する排気ガスの温度が上昇するように前記還流排気ガス温度調節手段により排気ガスの温度を制御する排気ガス温度制御手段とを備える。

【0007】第2の発明は、内燃機関の吸気通路と排気通路とを接続する排気還流通路と、機関が予め設定された排気還流運転領域にあるとき、前記排気還流通路を介して前記排気通路内の排気ガスの一部を前記吸気通路内へ還流させる排気還流制御手段と、機関が予め前記排気還流運転領域内に設定された所定の運転領域にあるとき、噴射燃料の着火遅れ期間が長い所定の噴射時期に燃料噴射を行なわせ、機関の運転条件が前記所定の運転領域外にあるとき、噴射燃料の着火遅れ期間が短い所定の噴射時期に燃料噴射を行なわせる燃料噴射制御手段とを備える圧縮着火式内燃機関において、前記排気還流通路を介して吸気通路へと流入する排気ガスの温度を調節する還流排気ガス温度調節手段と、前記排気通路に介装される排気ガス浄化用の触媒と、前記触媒の活性度合を検出する触媒活性度合検出手段と、前記検出した触媒の活性度合が所定の活性度合より低いときは排気ガスの温度が上昇するように前記還流排気ガス温度調節手段により排気ガスの温度を制御する還流排気ガス温度制御手段とを備え、前記燃料噴射制御手段を、機関が前記所定の運転領域にあり、かつ還流排気ガス温度制御手段による還流排気ガス温度上昇時に、噴射燃料の着火遅れ期間を長くする制御または燃料噴射期間を短くする制御の少なくとも一方を実行するように構成した。

【0008】第3の発明は、上記第2の発明において、機関燃焼室内の吸気流動を制御する吸気流動制御弁と、還流排気ガス温度上昇時に吸気流動が増大する方向に前記吸気流動制御弁を制御する吸気流動制御手段とを備える。

【0009】第4の発明は、上記第1または第2の発明の触媒活性度合検出手段を、触媒の温度に基づいて排気ガス浄化用触媒の活性度合を検出するように構成する。

【0010】第5の発明は、上記第1または第2の発明の触媒活性度合検出手段を、触媒の温度と劣化度合とに基づいて排気ガス浄化用触媒の活性度合を検出するよう

に構成する。

【0011】第6の発明は、上記第1または第2の発明の触媒活性度合検出手段を、触媒下流の被浄化物質濃度を検出し、この被浄化物質濃度に基づいて触媒の活性度合を検出するように構成する。

【0012】第7の発明は、上記第1または第2の発明の還流排気ガス温度調節手段を、排気還流通路内を流通する排気ガスを冷却する還流排気ガス冷却手段と、この還流排気ガス冷却手段による排気ガスの冷却効率を調節する還流排気ガス冷却効率調節手段とを備えるものとして構成する。

【0013】第8の発明は、上記第7の発明の還流排気ガス冷却効率調節手段を、還流排気ガス冷却手段を迂回して還流排気ガスを流すバイパス通路と、このバイパス通路の開度を制御するバイパス制御弁を備えるものとして構成する。

【0014】

【作用・効果】上記第1の発明以下の各発明において、触媒の活性度合が低いときには、還流排気ガス温度調節手段により、排気還流通路から吸気通路に流入する排気ガスの温度が触媒活性時よりも高められる。このため、触媒の転化効率を速やかに向上させて、所要の排気浄化性能を確保することが可能となる。

【0015】第2の発明は、機関が予め排気還流運転領域内に設定された所定の運転領域（以下「予混合燃焼運転領域」という。）にあるとき、噴射燃料の着火遅れ期間が長い所定の噴射時期に燃料噴射を行なわせ、機関が前記所定の運転領域外の運転領域（以下「拡散燃焼運転領域」という。）にあるとき、噴射燃料の着火遅れ期間が短い所定の噴射時期に燃料噴射を行なわせる燃料噴射制御手段を備える圧縮着火式内燃機関を前提構成としている。この圧縮着火機関では、例えば高負荷運転領域または高回転運転領域に前記拡散燃焼運転領域を設定して一般のディーゼル機関と同様の拡散燃焼を主体とする運転を行わせる。また、例えば低中負荷または低中回転の運転領域に前記予混合燃料運転領域を設定して、この運転領域では予混合燃焼を主体とする運転を行なわせる。前記予混合燃焼は、本出願人が特許第2864896等で提案している燃焼方法であり、排気還流を行なって燃焼温度を低下させる際、拡散燃焼運転を行なうときよりも大幅に燃料噴射時期を遅角させ、これにより噴射燃料の着火遅れ期間を燃料噴射期間よりも長くしてほとんどの燃料が予混合状態から燃焼するようにする燃焼方式である。この燃焼方式によれば、大量の排気還流を行なってもPM（パティキュレートマター、排気微粒子）の発生量が増加しないため、NO<sub>x</sub>とPMとを同時に低減することができる。

【0016】この発明では、このような圧縮着火式機関において、第1の発明と同様に触媒の活性度合が低いときには還流排気ガスの温度を上昇させて触媒の活性化を

促進させる。加えて、機関運転条件が前記予混合燃焼運転領域にあり、かつ還流排気ガス温度制御手段による還流排気ガス温度上昇時には、噴射燃料の着火遅れ期間をより長くする制御または燃料噴射期間を短くする制御の少なくとも一方を実行する。排気ガス温度が上昇すると還流排気ガスにより筒内温度が上昇して着火遅れ期間が短くなり、一部の噴射燃料が拡散燃焼してしまい所定の予混合燃焼状態が得られなくなるおそれを生じる。そこでこの発明では、前記のように噴射制御することにより、着火遅れ期間の短縮化を補償して、適切な燃焼性状

【0017】一方、機関によっては、排気ガス高温時に上述したような着火遅れ期間を長くしたり燃料噴射期間を短くしたりする制御では足りず、依然として一部の噴射燃料が拡散燃焼を開始してしまうことがある。このような場合には、第3の発明として示したように、機関燃焼室内の吸気流動を制御する吸気流動制御弁（たとえばスワール制御弁）と、還流排気ガス温度上昇時に吸気流動が増大する方向に前記吸気流動制御弁を制御する吸気流動制御手段とを備える。筒内の吸気流動を強くすることにより空気と燃料の混合がよりより速やかに進行するので、この発明を適用することで排気ガス高温時の予混合燃焼状態をより確実に実現することが可能となる。

【0018】上記各発明における触媒活性度合検出手段としては、例えば第5から第7の発明として示した構成のものを適用することができる。すなわち、第5の発明では、触媒の温度に基づいて排気ガス浄化用触媒の活性度合を検出する。触媒は活性度合が高まるほど温度が上昇する特性を有しているため、触媒の実際の温度またはこの実温度を代表する機関冷却水温度等から触媒温度を求め、これを活性度合判定基準となる所定の基準値と比較することにより、触媒が所要の転化効率を発揮している状態にあるか否かを判定し、すなわち還流排気ガス温度を高める必要があるか否かを判断することが可能となる。

【0019】また、第6の発明では、触媒の温度と劣化度合とに基づいて排気ガス浄化用触媒の活性度合を検出する。触媒の転化効率はその劣化状態にも左右され、触媒の劣化が進行するほど同一温度雰囲気であっても転化効率は低下する。そこで、触媒の活性度合をより正確に判定するためには、触媒の劣化度合をも共に検出することが望ましい。触媒の劣化度合を判定するための手法は任意であるが、例えば使用経過時間による推定や、特定運転条件下での触媒前後の酸素濃度比較等から判定することができる。

【0020】さらに、第7の発明では、触媒下流の被浄化物質濃度を検出し、この被浄化物質濃度に基づいて触媒の活性度合を検出する。前記被浄化物質とは例えばNO<sub>x</sub>、HC、COなどである。触媒活性度合が低い状態あるいは劣化状態は、ある特定運転条件下でのこれら被

浄化物質の濃度によっても代表されるので、これを検出することにより、劣化度合をも反映した触媒活性度合を判定することが可能である。

【0021】一方、上記各発明における還流排気ガス温度調節手段としては、例えば第8の発明として示したような構成を適用することができる。すなわち、排気還流通路内を流通する排気ガスを冷却する還流排気ガス冷却手段と、この還流排気ガス冷却手段による排気ガスの冷却効率を調節する還流排気ガス冷却効率調節手段とを備える。還流排気ガス冷却手段としては、機関冷却水により排気ガスとの熱交換を行う水冷冷却装置などが知られている。

【0022】また、第8の発明の還流排気ガス冷却効率調節手段としては、例えば第9の発明として示したような構成が適用可能である。すなわち、第9の発明では、還流排気ガス冷却効率調節手段を、還流排気ガス冷却手段を迂回して還流排気ガスを流すバイパス通路と、このバイパス通路の開度を制御するバイパス制御弁を備えるものとして構成する。バイパス制御弁によりバイパス通路を通過する排気の流量を増大するほど冷却効率が低下して排気温度が上昇する。したがって、触媒の活性度合が低いときにはバイパス制御弁開度を増大させることで吸気通路に流入する排気ガス温度を上昇させて触媒の活性化を促進するという目的を達成することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下本発明を圧縮着火式機関に適用した実施形態を図面に基づいて説明する。本実施形態の圧縮着火式機関は、第2の発明として説明したものにあたり、すなわち高負荷運転領域や高回転運転領域において一般的なディーゼル機関と同様に拡散燃焼を主体とする運転を行なう一方、低中負荷または低中回転運転領域では予混合燃焼を主体とする運転を行なう。

【0024】図1において、1は機関本体、2はピストン、3はクランク軸、4は吸気弁、5は排気弁、6は燃焼室、10は吸気通路、11は吸気コレクタ部、12はスワール制御弁である。コレクタ11下流の吸気通路は2つの吸気弁4に対応する2つの通路に分岐しており、スワール制御弁12はそのうちの一方の通路の開度を加減することで燃焼室6内に生じられるスワールの強さを変化させる。13はこのようにスワール制御弁12の開度を変化させるアクチュエータであり、後述するコントローラ70からのスワール制御弁開度制御信号に応じて作動する。

【0025】20は排気通路、21は排気通路20の途中に介装された排気ガス浄化用触媒である。触媒21は所定の活性温度以上のとき、排気ガス中のHCを酸化浄化する。30は排気通路20と吸気通路10（コレクタ部11）とを連通する排気還流通路、31はその開度を変化させる排気還流制御弁である（以下それぞれ「EGR通路30」、「EGR制御弁31」という。）。EG

R制御弁31は、コントローラ70からのEGR制御信号を受け、EGR通路30を介して排気通路20からコレクタ11に還流されるEGR量を制御する。32は吸気通路10の途中に介装された吸気絞り弁、33はそのアクチュエータである。吸気絞り弁32は、その開度が排気還流を施す際に必要に応じて減じられ、これによりコレクタ部11内の圧力を低下させて排気ガスの還流を容易にする。吸気絞り弁アクチュエータ33は、コントローラ70からの吸気絞り制御信号を受けて吸気絞り弁32を開閉駆動する。

【0026】34は還流排気ガス冷却手段としてのEGRクーラであり、機関冷却水によりEGR通路30内を流れる排気ガスを冷却する。36と37はそれぞれEGRクーラ34の冷却水入口と冷却水出口、37はEGRクーラ34を迂回して排気を流すバイパス通路、38はバイパス通路37の開度を加減するバイパス制御弁である。バイパス制御弁38は、コントローラ70からのバイパス制御信号を受け、EGRクーラ34を流れる排気ガス量とバイパス通路37を流れる排気ガス量の比率を制御する。

【0027】40は燃料噴射弁であり、コントローラ70からの燃料噴射制御信号を受けて開弁し、ピストン2に形成されたキャビティ燃焼室へ向けて燃料を噴射する。41~43は、前記燃料噴射弁40に接続された蓄圧室（コモンレール）、高圧燃料配管、高圧燃料ポンプであり、これらを介して図示しない燃料タンクからの燃料を噴射圧力以上に昇圧する。また、44は圧力レギュレータであり、コントローラ70からのレギュレータ制御信号を受けて高圧燃料ポンプ43の燃料吸入量を調量する。

【0028】50はターボ過給機、51はターボ過給機50からの加圧空気を冷却するインタークーラである。60はクランク角センサ、61はアクセル開度センサ、62は機関冷却水温度センサである。また、63は燃料圧力センサであり、蓄圧室41内の燃料圧力に応じた信号を出力する。64は触媒温度センサであり、排気ガス浄化用触媒21の温度（触媒内の排気ガス温度あるいは触媒担体の温度）に応じた信号を出力する。65はEGRクーラ冷却水温度センサであり、EGRクーラ34内を流通する冷却水の温度に応じた信号を出力する。EGRクーラ34内の冷却水温度と機関冷却水温度との間に一定の関係が成立する場合はEGRクーラ冷却水温度センサ65を設けることなく、機関冷却水温度でEGRクーラ内の冷却水温度を代表させることができる。66は排気ガス温度センサであり、排気ガスの温度に応じた信号を出力する。機関運転条件やその履歴から排気ガス温度を推定できる場合は排気ガス温度センサ66を設けなくともよい。67は還流排気ガス温度センサであり、吸気通路10へ還流される直前の還流排気ガスの温度に応じた信号を出力する。前記各センサの出力は機関の各種

運転状態を表す信号としてコントローラ70に入力される。

【0029】コントローラ70は、マイクロコンピュータおよびその周辺装置からなり、本発明に関連する各種の信号処理および演算処理を行う制御手段として機能し、すなわち上述した各センサ（60~67）から送られてくる信号に応じて燃料噴射量、燃料噴射時期、目標燃料圧力、目標EGR制御弁開度、目標スワール制御弁開度、目標吸気絞り弁開度、目標バイパス比率を算出し、各アクチュエータ（40、44、31、13、33、38）へ制御信号を出力する。以下、このコントローラ70により実行される各種の処理につき図2以下の流れ図等を参照しながら説明する。なおこれらの処理は機関運転中に周期的に実行される。

【0030】図2は触媒活性判定ルーチンであり、このルーチンでは触媒の温度と劣化度合とに基づいて触媒が所定の活性状態にあるか否かを判定し、触媒昇温要求フラグFCATの設定：昇温要求有りのとき1、無しの場合0、を行なう。以下、そのステップを順を追って説明する。

【0031】S101で触媒温度センサ64からの信号に基づき、排気ガス浄化用触媒21の温度CATTMPを読み込み、次いでS102でコントローラ内のメモリから排気ガス浄化用触媒21の劣化度合を示す触媒劣化指標CATREKを読み込む。CATREKは触媒劣化検出ルーチンで算出され、コントローラ内のメモリにバッテリバックアップ付き（機関の運転が停止されている間も値が記憶される）でストアされる値である。

【0032】S103では上記触媒劣化指標CATREKに基づき、触媒活性判定温度KASTMPを算出する。具体的には、CATREKに対応させてKASTMPを記憶させてある制御テーブルから値をルックアップする。制御テーブルは、例えば図3に示す特性を持つものであり、触媒劣化指標CATREKが大すなわち劣化が進行しているときほど触媒活性判定温度KASTMPが高くなる。

【0033】S104では、触媒昇温要求フラグFCATが1であるか否か、すなわち触媒昇温のための制御が既に実行されている最中であるか否かを判断する。なお、機関始動にFCATは1に初期設定される。

【0034】FCATが1であるときは、S105で触媒温度CATTMPが触媒活性判定温度KASTMPより低いかなかを判断する。CATTMPがKASTMPより低いときは、S106にて引き続きFCATを1に設定する。これに対してCATTMPがKASTMP以上のときは、S107にてFCATを0に設定する。

【0035】S104でFCATが0であるときは、S108にて触媒温度CATTMPが触媒活性判定温度KASTMPから所定のヒステリシス幅Hを減じた値より低いかなかを判断する。CATTMPが前記値 {KAS

TMP-H) より低いときは、S109にてFCATを1に設定する。これに対して、CATTMPが前記値以上のときは、S110にて引き続きFCATを0に設定する。

【0036】図4は目標EGR制御弁開度算出ルーチンであり、このルーチンでは機関の温度と運転条件、この場合負荷と回転数とに基づいて排気ガスの還流を行なうか否かを判断し、EGRフラグFEGRの設定：EGR有りのとき0、無しのとき1、を行なうと共に、目標EGR制御弁開度TEGRの算出を行なう。

【0037】S201で機関冷却水温度センサ62からの信号に基づき、機関冷却水温度TWNを読み込み、S202でコントローラ内のメモリから燃料噴射量Qと機関回転数NEとを読み込む。Qは、燃料噴射制御値算出ルーチンで算出され、コントローラ内のメモリにストアされる値である。NEは、クランク角センサ60が所定の基準クランク角信号を出力する毎に実行される処理により基準クランク角信号の発生時間間隔に基づいて算出され、コントローラ内のメモリにストアされる値である。

【0038】S203では機関冷却水温度TWNがEGR許可水温EGTWNより高いか否かを判断する。この判断は、EGRを行なうと燃焼が大幅に悪化して安定した運転が確保できないような機関冷間時にEGRを禁止するために行なう。

【0039】S204ではEGR系に関する自己診断結果を示すフラグFEGCHKが0、すなわち異常なしであるか否かを判断する。FEGCHKは、図示しないEGR自己診断ルーチンで設定されるフラグであり、EGR制御弁31の固着やEGR通路系からの排気ガスもれ等があるとき1に設定される。

【0040】S205では燃料噴射量Qと機関回転数NEとに基づき、現在の運転条件が所定のEGR運転領域にあるか否かを判断する。具体的には、QとNEとに対応させて、吸入新気量と還流排気ガス量の比率の目標値である目標EGR率TEGRRを記憶させてある制御マップから値をルックアップし、TEGRRが0より大きい場合はEGR運転領域にあると判断する。前記目標EGR率のマップを図5に例示する。

【0041】S206では現在の運転条件がEGR運転領域にあるときは、EGRフラグFEGRを0に設定し、次いでS207で目標EGR率TEGRRを実現するためのEGR制御弁31の目標開度TEGRを算出する。

【0042】S203、S204の何れかでEGR制御が禁止されているとき、または現在の運転条件がEGR運転領域外にあるときは、S208にてEGRフラグFEGRを1に設定し、次いでS209にて目標EGR制御弁開度TEGRを0すなわち全閉にする。

【0043】S210では算出した目標EGR制御弁開

度TEGRをコントローラ内のメモリにストアする。メモリにストアされたTEGRは、図示しないEGR制御ルーチンにて使用され、すなわちTEGRに対応するEGR制御信号が生成され、EGR制御弁31に送られる。

【0044】図6は還流排気ガス温度変更判断ルーチンであり、このルーチンでは還流排気ガス温度を変更する制御を行なうか否かを判断し、還流排気ガス温度変更フラグFEGRHの設定：変更有りのとき1、無しのとき0、を行なう。また、目標バイパス比率の設定を行なう。

【0045】S301にて排気ガス温度センサ66からの信号に基づき、排気ガス温度EXHTMPを読み込み、EGRクーラ冷却水温度センサ65からの信号に基づき、EGRクーラ34内を流通する冷却水の温度EGCTMPを読み込む。

【0046】S302ではコントローラ内のメモリから燃料噴射量Qと機関回転数NEとを読み込む。

【0047】S303ではEGRフラグFEGRが0（＝EGR実施）か否かを判断する。S304では触媒昇温要求フラグFCATが1（＝要求有り）か否かを判断する。S305では燃料噴射量Qと機関回転数NEとに基づき、現在非アイドル運転中であるか否かを判断する。アイドル運転のような極低負荷低回転運転中である場合、還流排気ガス温度の変更を行なっても触媒21の温度を活性温度より高めることができないので、還流排気ガス温度の変更制御を行なわない。S306では排気ガス温度EXHTMPがEGRクーラ内冷却水温度EGCTMPに一定値Cを加えた値より大きいか否かを判断する。EXHTMP>EGCTMP+Cである場合、EGRクーラ34をバイパスさせて排気ガスを還流させることにより還流排気ガスの温度が上昇する、すなわち還流排気ガスの温度変更が実行可能であると判断する。

【0048】S307では還流排気ガス温度変更フラグFEGRHを1に設定すると共に、目標バイパス比率TBRを100%に設定する。この場合、還流される排気ガスの全量がEGRクーラ34をバイパスしてバイパス通路37を流れる。

【0049】S303～S306の何れかの判断がNOである場合、S308にて還流排気ガス温度変更フラグFEGRHを0に設定すると共に、目標バイパス比率TBRを0%に設定する。この場合、還流される排気ガスの全量がEGRクーラ34を流れる。

【0050】S309では設定した目標バイパス比率TBRをコントローラ内のメモリにストアする。メモリにストアされたTBRは、図示しないバイパス制御ルーチンで使用される。すなわち、TBRに対応するバイパス制御信号が生成され、バイパス制御弁38に送られる。

【0051】なお、このルーチンでは、目標バイパス比率TBRを0%か100%の2値的に設定しているが、還

10

20

30

40

50

流排気ガス温度が所定温度だけ上昇するようにTBRを多段階的ないし連続可变的に設定するようにしてもよい。

【0052】図7は燃焼モード選択ルーチンであり、このルーチンでは拡散燃焼を主体とする運転を行なうか、予混合燃焼を主体とする運転を行なうかを判断し、燃焼モードフラグFHOの設定：拡散燃焼モードのとき1、予混合燃焼モードのとき0、を行なう。

【0053】S401にて機関冷却水温度センサ62からの信号に基づき、機関冷却水温度TWNを読み込み、S402にてコントローラ内のメモリから燃料噴射量Qと機関回転数NEとを読み込む。

【0054】S403では現在の運転条件：Q、NEが属する運転領域に対応する値を領域フラグFOPEへ代入する。運転領域とフラグFOPEの関係を図8に例示する。ここで、各フラグで示される運転領域の特性は次の通りである。

【0055】FOPE=0：EGRクーラ使用の有無に関わらず予混合燃焼が可能。

【0056】FOPE=1：EGRクーラを使用すれば予混合燃焼が可能であり、また、EGRクーラを使用しないときは燃料噴射圧力を通常よりも高めれば予混合燃焼が可能。

【0057】FOPE=2：EGRクーラを使用すれば予混合燃焼が可能（EGRクーラ無しでは予混合燃焼が成立しない）。

【0058】FOPE=3：EGRクーラ使用の有無に関わらず予混合燃焼は成立しない。

【0059】S404では機関冷却水温度TWNが予混合燃焼許可水温HOTWNより高いか否かを判断する。S405では予混合燃焼制御に関する自己診断結果を示すフラグFHOCHKが0（＝正常）であるか否かを判断する。FHOCHKは、図示しない予混合燃焼制御自己診断ルーチンで設定されるフラグであり、EGR系の異常・故障があるときやスワール制御弁12の固着、燃焼噴射系の異常・故障等があるとき1（＝予混合燃焼禁止）に設定される。

【0060】S406では還流排気ガス温度変更フラグFEGRHが0（＝変更なし）であるか否かを判断する。FEGRHが0であるときは、S407にて領域フラグFOPEが2以下であるか否かを判断する。FOPEが2以下であるときは、S408にて燃焼モードフラグFHOを0（＝予混合燃焼モード）に設定する。FOPEが3であるときは、S409にて燃焼モードフラグFHOを1（＝拡散燃焼モード）に設定する。

【0061】S406でFEGRHが1であるときは、S410にて領域フラグFOPEが1以下であるか否かを判断する。FOPEが1以下であるときは、S411にて燃焼モードフラグFHOを0（＝予混合燃焼モード）に設定する。FOPEが2または3であるときは、

S412にて燃焼モードフラグFHOを1（拡散燃焼モード）に設定する。

【0062】図9は目標燃料圧力算出ルーチンである。このルーチンでは、まずS501にて、還流排気ガス温度センサ67からの信号に基づき、還流排気ガス温度RTMPを読み込み、次いでS502にてコントローラ内のメモリから燃料噴射量Qと機関回転数NEとを読み込む。

【0063】S503では燃料噴射量Qと機関回転数NEとに基づき、基準還流排気ガス温度STMPを求める。STMPは、還流排気ガス温度の変更制御を行わない通常の運転時における還流排気ガス温度の平衡温度値で、実験により予め求めておいた温度である。Q、NEに対応させた制御マップ（図示せず）に記憶させてあるものを読み込む。

【0064】S504では燃焼モードフラグFHOが0（＝予混合燃焼モード）であるか否かを判断する。FHO=0のときは、次いでS505にて基準還流排気ガス温度STMPから実際の還流排気ガス温度RTMPを減じて温度差DTMPを算出する。還流排気ガス温度の変更制御が行われているときは、DTMPの値が負の値となる。燃焼モードフラグFHOが0でないときには以下の処理を迂回して従前のTPFを用いる。

【0065】S506では温度差DTMPに基づき、燃料圧力補正值PFHOSを算出する。具体的には、DTMPに対応させてPFHOSを記憶させてある制御テーブルから値をルックアップする。前記制御テーブルは、例えば図10に示す特性を持つものであり、温度差DTMPの負値が大であるほど燃料圧力補正值PFHOSが大となるようになっている。

【0066】S507では燃料圧力の基本値PF0に燃料圧力補正值PFHOSを乗じて目標燃料圧力TPFを算出する。PF0は固定値でも良いし、QとNEに応じて設定することとしてもよい。

【0067】S508では目標燃料圧力TPFが燃料圧力上限値MAXPFより大きいかなかを判断する。TPFがMAXPFより大きいときは、S509にてTPFをMAXPFに制限する。

【0068】S510では算出した目標燃料圧力TPFをコントローラ内のメモリにストアする。メモリにストアされたTPFは、図示しない燃料圧力制御ルーチンで使用される。すなわち、燃料圧力センサ63で検出される実際の燃料圧力PFをTPFに近づけるためのレギュレータ制御信号が生成され、圧力レギュレータ44に送られる。

【0069】予混合燃焼を行なわせるための燃料噴射時期は、還流排気ガス温度が基準還流排気ガス温度となっている状態を基準にして決められており、還流排気ガス温度が基準還流排気ガス温度より高い状態では、燃料噴射が終了する前あるいは噴射燃料が空気と十分に混合さ

れる前に着火が起こり、一部の燃料が拡散燃焼する可能性が高くなる。中途半端な予混合燃焼は排気性能上好ましくないで、このような状態においても確実に予混合燃焼主体の燃焼が行なえるようにする必要がある。そこでこのルーチンでは、還流排気ガス温度が基準還流排気ガス温度より高いときに燃料圧力を上昇させ、噴射期間を短くすることで確実に着火が燃料噴射終了後に起こるようにしている。

【0070】また、このルーチンでは、予混合燃焼モードが選択されているとき常に目標燃料圧力を補正するようにしているが、還流排気ガス温度が基準還流排気ガス温度から大きくずれるのは還流排気ガス温度の変更制御が行われているときが主であるから、予混合燃焼モード選択かつ還流排気ガス温度変更制御実行中に限って補正を行なうようにしても同様の制御が行われる。

【0071】図11は目標スワール制御弁開度算出ルーチンである。このルーチンでは、まずS601にてコントローラ内のメモリから燃料噴射量Qと機関回転数NEとを読み込み、S602ではこれら燃料噴射量Qと機関回転数NEに基づき基本スワール制御弁開度S0を算出する。

【0072】次にS603では燃焼モードフラグFHOが0（＝予混合燃焼モード）であるか否かを判断する。S604では還流排気ガス温度変更フラグFEGRHが1（＝変更あり）であるか否かを判断する。

【0073】S605では基本スワール制御弁開度S0にスワール制御弁開度補正值SHOSを乗じて目標スワール制御弁開度TSを算出する。SHOSは1未満の固定値である。なお、燃料圧力補正の場合と同様に還流排気ガス温度の基準との温度差DTMPに応じてSHOSを可変設定してもよい。その場合、DTMPの負の値が大きくなるほどSHOSの値が小さくなるようにする（ただし、 $0 < SHOS < 1$ ）。TSが小さいほどスワール制御弁12が閉じ側となり、燃焼室6内に生じられるスワールが強くなる。

【0074】S603、S604の判断において何れかがNOである場合、S606にて基本スワール制御弁開度S0をそのまま目標スワール制御弁開度TSとする。

【0075】S607では、算出した目標スワール制御弁開度TSをコントローラ内のメモリにストアする。メモリにストアされたTSは、図示しないスワール制御ルーチンで使用される。すなわち、TSに対応するスワール制御信号が生成され、スワール制御弁アクチュエータ13に送られる。

【0076】予混合燃焼運転領域におけるスワール制御弁開度は、還流排気ガス温度が基準還流排気ガス温度となっている状態を基準にして決められており、還流排気ガス温度が基準還流排気ガス温度より高い状態では、噴射燃料が空気と十分に混合される前に着火が起こり、一部の燃料が拡散燃焼する可能性が高くなる。そこでこの

ルーチンでは、還流排気ガス温度が基準還流排気ガス温度より高いときにスワール強度を強化し、噴射燃料が空気との混合が十分進んでから着火が起こるようにしている。燃料圧力の補正だけで所期の予混合燃焼状態を確保出来る場合にはスワール制御弁開度の補正を行なわなくてもよい。

【0077】図12は燃料噴射制御値算出ルーチンである。このルーチンではまず、S701にてアクセル開度センサ61からの信号に基づきアクセル開度APSを読み込み、燃料圧力センサ63からの信号に基づき燃料圧力PFを読み込む。次いでS702にてコントローラ内のメモリから機関回転数NEを読み込む。

【0078】S703ではアクセル開度APSと機関回転数NEとに基づき、必要なトルクを発生させるための燃料噴射量Qを算出する。

【0079】S704では燃焼モードフラグFHOが0（予混合燃焼モード）であるか否かを判断する。燃焼モードフラグFHOが0であるときは、S705にて燃料噴射量Qと機関回転数NEとに基づき予混合燃焼用の燃料噴射時期ITを算出する。燃料噴射時期ITは、燃料噴射を開始するクランク角位置を示す値である。予混合燃焼用のITは、ピストン圧縮上死点近傍あるいは上死点より遅角側の値として算出される。噴射時期がこのような遅角側になると、噴射燃料がすぐには着火せず、大幅な着火遅れ期間が生じることになり、燃料噴射が終了し、ほとんどの噴射燃料が空気と混合された後に着火するため、予混合燃焼を主体とする燃焼形態を得ることができる。

【0080】S704の判断において燃焼モードフラグFHOが1であるときは、S706にて燃料噴射量Qと機関回転数NEとに基づき、拡散燃焼用の燃料噴射時期ITを算出する。拡散燃焼用のITは、ピストン圧縮上死点よりも進角側の値として算出される。

【0081】S707では燃料噴射量Qと燃料圧力PFとに基づいて、燃料噴射弁40の開弁時間（燃料噴射期間）QTを算出する。

【0082】S708では算出した燃料噴射量Q、燃料噴射期間QT、燃料噴射時期ITをコントローラ内のメモリにストアする。メモリにストアされたQT、ITは、図示しない燃料噴射制御ルーチンで使用される。すなわち、クランク角がITと一致したときに燃料噴射弁40への開弁信号の送出を開始し、QT時間経過した時点で明弁信号の送出を終了する。

【0083】図13は触媒劣化検出ルーチンである。このルーチンでは、まずS801にて触媒温度センサ64からの信号に基づき排気ガス浄化用触媒21の温度CATTMPを読み込む。

【0084】S802では触媒温度CATTMPに基づき、劣化進行速度を示す指標KAGEを算出する。具体的には、CATTMPに対応させてKAGEを記憶させ



てある制御テーブルから値をルックアップする。この制御テーブルは、例えば図14に示す特性を持つものであり、触媒温度CATTMPが低温の範囲では0（劣化が進行しない）であり、高温の範囲では温度が高くなるほど大（劣化進行速度が速い）となる。

【0085】S803では触媒劣化指標の前回算出値CATREKzに劣化進行速度の指標KAGEを加算して新たな触媒劣化指標CATREKを算出する。S804では算出した触媒劣化指標CATREKをコントローラ内のメモリにストアする。この場合のメモリは、バッテリバックアップされたメモリであり、機関停止中もバッテリにより記憶内容が保持される。

【0086】このルーチンは、温度履歴だけから触媒21の劣化度合いを推定するであり、劣化検出の手法はこれに限られるものではない。また、図14の劣化進行速度特性は一例であり、全ての触媒がこのような特性を持っているわけではないので、使用する触媒の特性に合った制御テーブルの特性を実験的に確認する必要がある。さらに、温度以外の影響、例えば燃料中の硫黄分や鉛分の影響で触媒の劣化が進行する場合は、そのような特性を加味して触媒劣化指標CATREKを算出することが望ましい。

【0087】次に、触媒の活性度合の判定に関する他の実施形態について説明する。この場合、図15に示したように、排気ガス浄化用触媒21の上流と下流にそれぞれHCセンサ68と69を設ける。上流HCセンサ68は触媒21へ流入する排気ガスのHC濃度に応じた信号を、下流HCセンサ69は触媒21から流出する排気ガスのHC濃度を、それぞれコントローラ70へ送る。なお、排気ガス中のHC濃度を機関の運転状態から推定出来る場合は、触媒上流HCセンサ68を省略してもよい。

【0088】図16は上記触媒前後のHC濃度に基づいて触媒活性を判定するルーチンである。このルーチンでは、まずS901にて触媒上流HCセンサ68からの信号に基づき触媒上流HC濃度HCUを読み込み、触媒下流HCセンサ69からの信号に基づき触媒下流HC濃度HCDを読み込む。

【0089】S902では触媒上流HC濃度HCUと触媒下流HC濃度HCDとに基づき、触媒21のHC浄化率CATACTを算出する。

【0090】S903では触媒昇温要求フラグFCATが1であるか否か、すなわち触媒昇温要求の有無を判断する。ここでFCATが1であるときは、S904にて触媒のHC浄化率CATACTが触媒活性判定浄化率、例えば50%より低いかなかを判断する。CATACTが50%より低いときは、S905にて引き続きFCATを1に設定する。これに対してCATACTが50%以上のときは、S906にてFCATを0に設定する。

【0091】S903の判断でFCATが0であるとき

は、S907にてHC浄化率CATACTが先の触媒活性判定浄化率より若干低い値、例えば45%より低いかなかを判断する。ここでCATACTが45%より低いときは、S908にてFCATを1に設定する。これに対してCATACTが45%以上のときは、S909にて引き続きFCATを0に設定する。

【0092】この触媒活性の判定処理においてはHCセンサが必要になるが、実際のHC浄化率に基づいて触媒21の活性を判断するので、触媒の製造ばらつきや使用環境による劣化進行状態のばらつきがあっても活性状態をよりの確に判断することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による排気還流装置を備えた内燃機関の一実施形態の機械的構成の概略図。

【図2】上記内燃機関のコントローラが実行する第1の処理ルーチンを示す流れ図。

【図3】図2の処理ルーチンで使用する触媒活性判定温度マップの説明図。

【図4】上記内燃機関のコントローラが実行する第2の処理ルーチンを示す流れ図。

【図5】図4の処理ルーチンで使用する目標EGR率マップの説明図。

【図6】上記内燃機関のコントローラが実行する第3の処理ルーチンを示す流れ図。

【図7】上記内燃機関のコントローラが実行する第4の処理ルーチンを示す流れ図。

【図8】図7の処理ルーチンで使用する領域フラグマップの説明図。

【図9】上記内燃機関のコントローラが実行する第5の処理ルーチンを示す流れ図。

【図10】図9の処理ルーチンで使用する燃料圧力補正值マップの説明図。

【図11】上記内燃機関のコントローラが実行する第6の処理ルーチンを示す流れ図。

【図12】上記内燃機関のコントローラが実行する第7の処理ルーチンを示す流れ図。

【図13】上記内燃機関のコントローラが実行する第8の処理ルーチンを示す流れ図。

【図14】図13の処理ルーチンで使用する、触媒劣化指標マップの一例を示す説明図。

【図15】触媒劣化判定に関する他の実施形態の要部構成図。

【図16】図15の構成に基づき、内燃機関のコントローラが実行する処理ルーチンを示す流れ図。

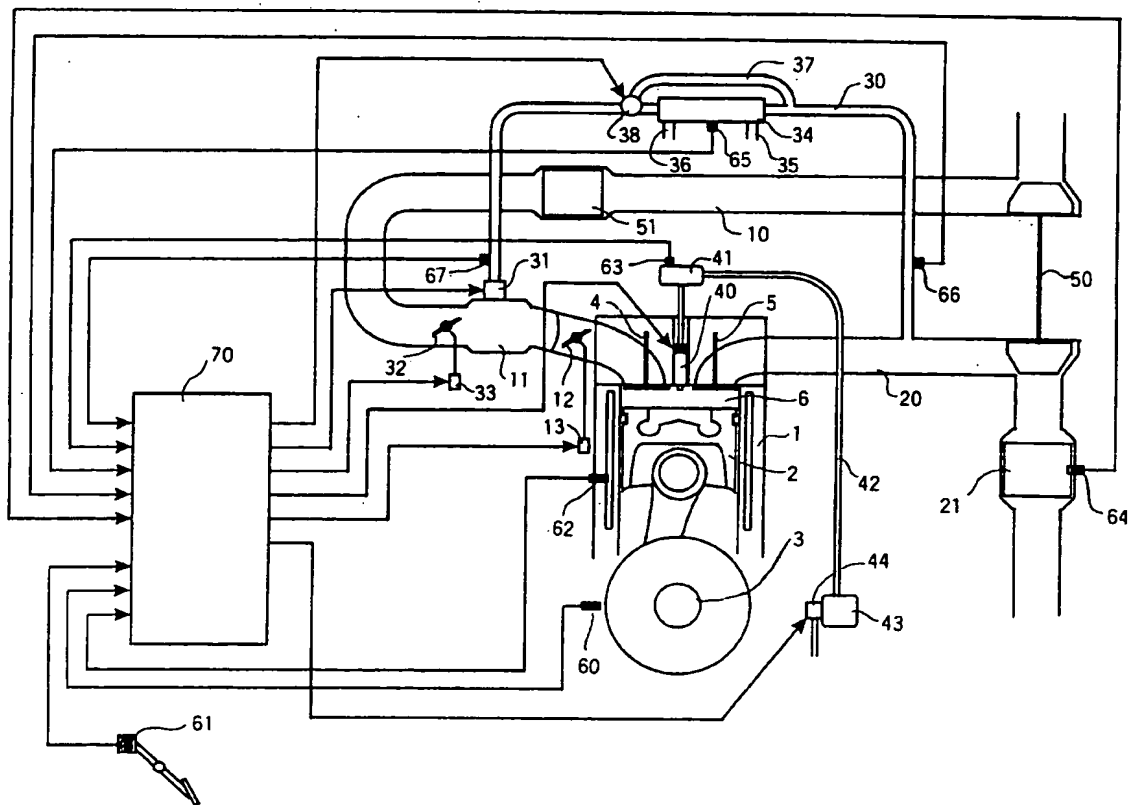
【符号の説明】

- |    |                  |
|----|------------------|
| 1  | 機関本体             |
| 6  | 燃焼室              |
| 10 | 吸気通路             |
| 11 | 吸気コレクタ部          |
| 12 | スワール制御弁（吸気流動制御弁） |

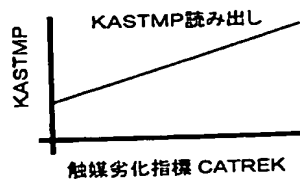
- 20 排気通路
- 21 触媒
- 30 排気還流通路
- 31 排気還流制御弁
- 32 吸気絞り弁
- 34 EGRクーラ（還流排気ガス冷却手段）
- 37 バイパス通路
- 38 バイパス制御弁
- 40 燃料噴射弁
- 43 高圧燃料ポンプ
- 44 圧力レギュレータ

- 60 クランク角センサ
- 61 アクセル開度センサ
- 62 機関冷却水温度センサ
- 63 燃料圧力センサ
- 64 触媒温度センサ
- 65 EGRクーラ冷却水温度センサ
- 66 排気ガス温度センサ
- 68 触媒上流HCセンサ
- 69 触媒下流HCセンサ
- 10 70 コントローラ70

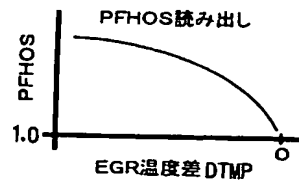
【図1】



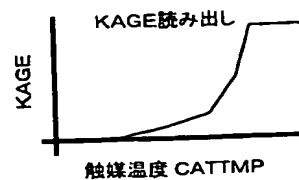
【図3】



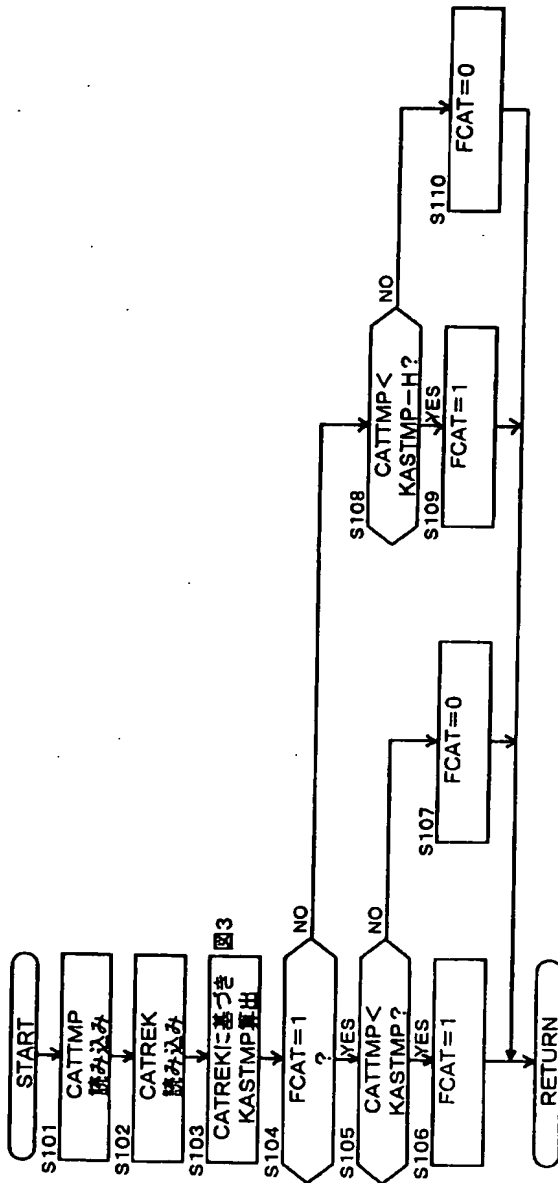
【図10】



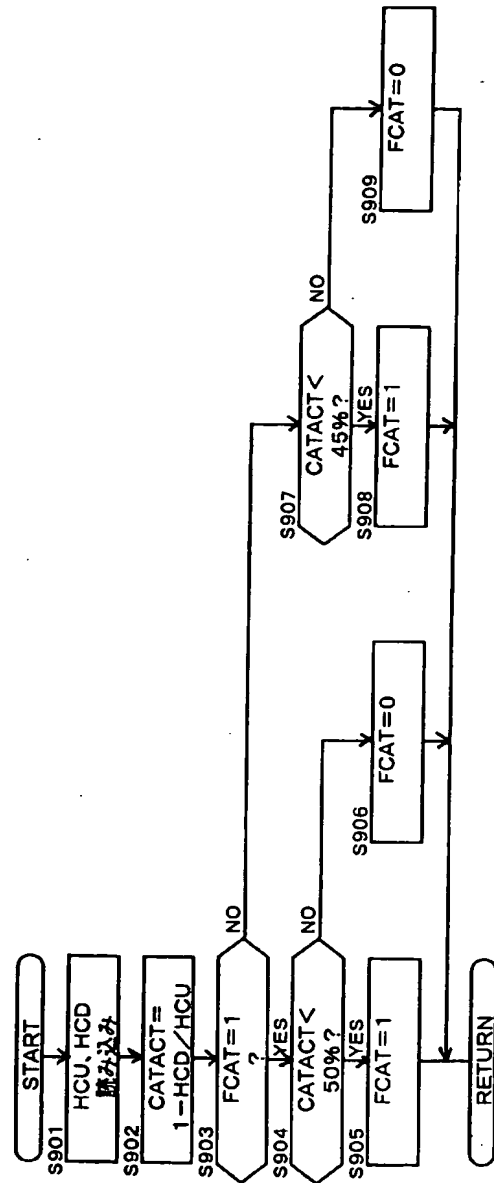
【図14】



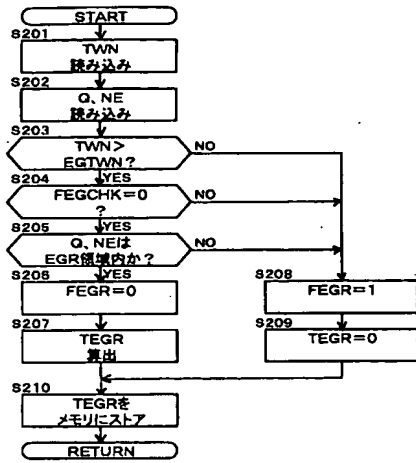
【図2】



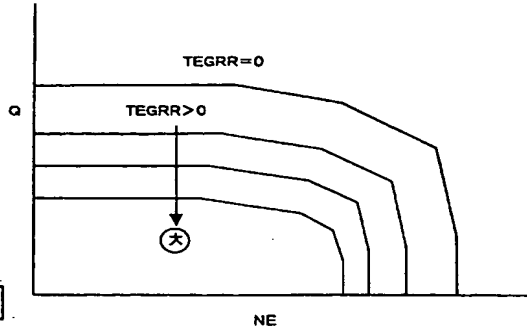
【図16】



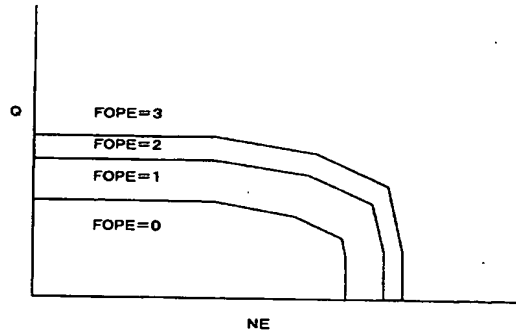
【図4】



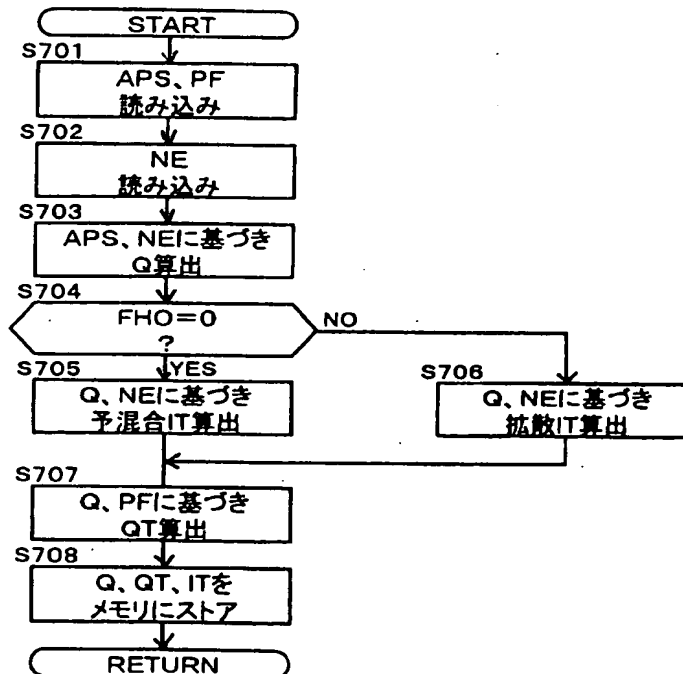
【図5】



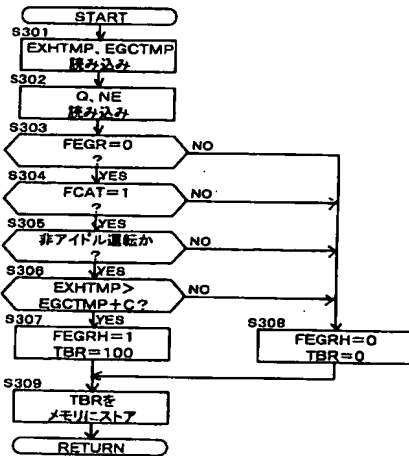
【図8】



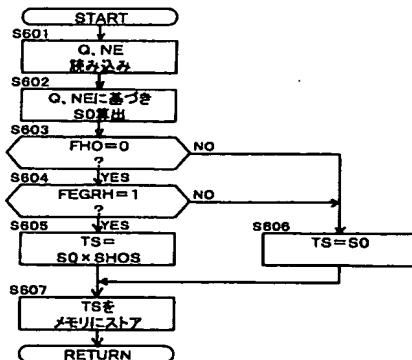
【図12】



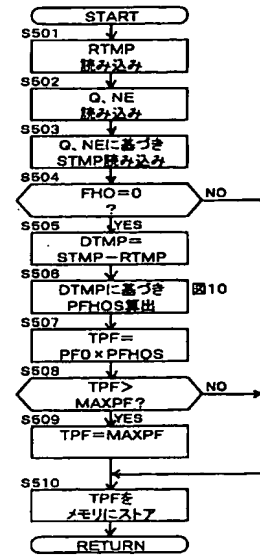
【図6】



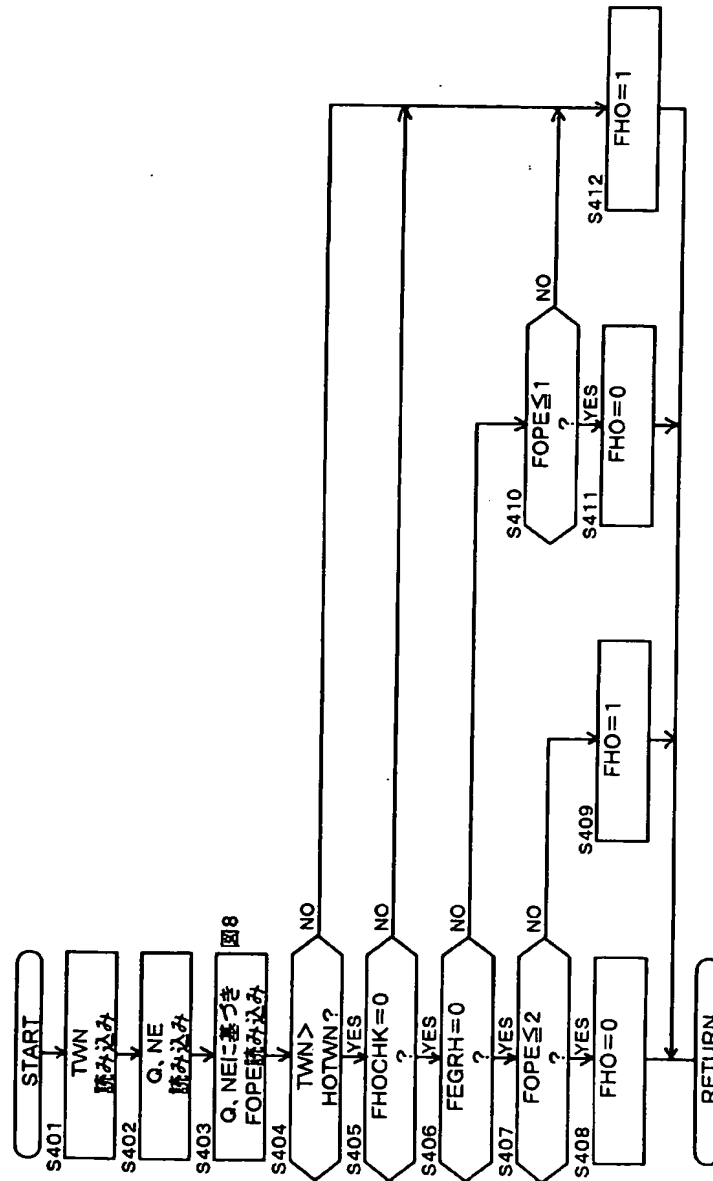
【図11】



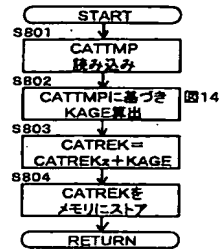
【図9】



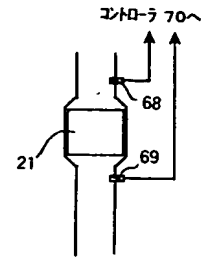
【図7】



【図 13】



【図 15】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
F 0 2 D 21/08	3 0 1	F 0 2 D 21/08	3 0 1 D
			3 0 1 B
			3 0 1 Z
41/04	3 8 5	41/04	3 8 5 M
			3 8 5 D
			3 8 5 E
41/14	3 1 0	41/14	3 1 0 N
			3 1 0 P
41/40		41/40	H
43/00	3 0 1	43/00	3 0 1 J
			3 0 1 N
			3 0 1 U
			3 0 1 Z
45/00	3 1 4	45/00	3 1 4 Z
	3 2 0		3 2 0 A
F 0 2 M 25/07	5 5 0	F 0 2 M 25/07	5 5 0 R
			5 5 0 F
	5 8 0		5 8 0 E

(72) 発明者 松本 泰郎  
 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産  
 自動車株式会社内

F ターム(参考) 3G062 BA00 BA05 ED08 ED10 GA05  
GA06 GA09 GA10 GA17  
3G084 AA00 AA01 BA15 BA20 BA21  
CA03 CA04 DA10 DA27 EA11  
EB08 EB12 FA00 FA13 FA20  
FA28 FA33  
3G091 AA10 AA11 AA18 AB01 BA03  
BA04 BA13 BA15 BA32 BA33  
BA36 CA08 CA13 CB02 CB03  
CB07 DA09 DB10 EA00 EA01  
EA07 EA15 EA16 EA17 EA18  
FA02 FA04 FA12 FA13 FB02  
FC02 FC07 HA36 HA37 HA39  
HA42 HB03 HB05 HB06  
3G092 AA02 AA06 AA10 AA17 BB06  
BB08 DC06 DC09 DE03S  
EA09 EC01 EC09 FA17 FA18  
FB05 FB06 GA05 GA06 HB01Z  
HB03X HB03Z HD02Z HD04X  
HD04Z HE01Z HE08Z HF08Z  
3G301 HA02 HA04 HA11 HA13 HA17  
JA25 JA26 JB02 JB07 JB09  
KA08 KA09 LA00 LA05 NA08  
NC02 ND07 PB03Z PB08A  
PB08Z PD01A PD01Z PD12Z  
PE01Z PE08Z PF03Z